

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭61-98558

⑬ Int. Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和61年(1986)5月16日

B 41 J 3/04  
B 05 B 17/04

103

7513-2C  
6701-4F

審査請求 有 発明の数 3 (全6頁)

⑮ 発明の名称 ノズル及びそのノズル構造を形成するプロセス

⑯ 特 願 昭60-227956

⑰ 出 願 昭60(1985)10月15日

優先権主張 ⑱ 1984年10月15日 ⑲ 米国(US) ⑳ 661005

㉑ 発 明 者 ハーバート エー. ワグナー アメリカ合衆国 60060 イリノイズ, リンカーンシエアー, ハーフ デイ ロード 3

㉒ 発 明 者 ジョセフ シー. ザーチャー アメリカ合衆国 60091 イリノイズ, ウイルメツテ, キヤタルバ プレイス 235

㉓ 出 願 人 エーティーアンドティー テレタイプ コーポレーション アメリカ合衆国 60077 イリノイズ, スコーキー, タフファイ アヴェニュー 5555

㉔ 代 理 人 弁理士 岡部 正夫 外5名

#### 明 細 書

##### 1. 発明の名称

ノズル及びそのノズル構造を形成するプロセス

##### 2. 特許請求の範囲

1. 半導体材質によつて形成される第1の長方形断面領域よりも小さな第2の長方形断面領域に向つて次第に細くなる長方形入口間隙を持つノズル本体; 及び

該第2の断面領域内に形成される該半導体材質の薄膜を持ち、該薄膜がその中に長方形の出口間隙を持ち、該出口間隙が該入口間隙の第2の断面領域よりも小さな第1の断面領域を持ち、そして該出口間隙の該第1の断面領域が該出口間隙の該第1の断面領域よりも大きな第2の断面領域に向つて先細りとなることを特徴とするノズル。

2. 特許請求の範囲第1項に記載のノズルにおいて、該半導体材質が単結晶シリコンであることを特徴とするノズル。

3. 特許請求の範囲第2項に記載のノズルにおいて、該入口間隙及び出口間隙が概むね正方形の断面を持つことを特徴とするノズル。

4. 特許請求の範囲第3項に記載のノズルにおいて、該断面が該単結晶シリコンの該(100)平面に概むね平行であることを特徴とするノズル。

5. 特許請求の範囲第3項に記載のノズルにおいて、該入口間隙と該出口間隙が概むね同心円状であることを特徴とするノズル。

6. 特許請求の範囲第5項に記載のノズルにおいて、該薄膜の厚さが概むね10ミクロンあるいはそれ以下であることを特徴とするノズル。

7. 特許請求の範囲第6項に記載のノズルにおいて、該薄膜がpタイプシリコンであることを特徴とするノズル。

8. 第1と第2の主要面を持つ結晶学的に配向されたpタイプ単結晶シリコンのセクシ

ヨン内の間隙からなるノズル構造を形成するプロセスにおいて、該プロセスが：

該シリコン セクションの該第1の主要面上に $\alpha$ タイプの表面層を形成するステップ；

該シリコン セクションの該第2の面から該 $n$ 層に向つて間隙を異方的にエッチングするステップ；及び

該シリコン セクションの該第1の面から該 $n$ 層を貫通する通路を異方的にエッチングするステップを含むことを特徴とするプロセス。

9. 特許請求の範囲第8項に記載のプロセスにおいて、該間隙を異方的にエッチングする該ステップがエッチング プロセスを停止するためにシリコンの $n$ 層界面の所に電気化学的障壁を作るステップを含むことを特徴とするプロセス。

10. 特許請求の範囲第9項に記載のプロセスにおいて、該間隙を異方的にエッチングす

該第1及び該第2の面上に酸化物層を成長させるステップ；

該酸化された面上に窒化ケイ素を沈着させるステップ；及び

該窒化物層上に酸化物層を成長させるステップを含むことを特徴とするプロセス。

12. 特許請求の範囲第11項に記載のプロセスにおいて、該コーティングを除去するステップが：

該シリコンの該第1及び第2の表面を感光性耐食膜にてコーティングするステップ；

該シリコンの両側上の該感光性耐食膜を露出することによつてノズルの入口領域と出口領域を形成するステップ；及び

該ノズルの該入口及び出口を形成する該領域から酸化物-窒化物-酸化物層をエッチングして除去するステップを含むことを特徴とするプロセス。

13. 特許請求の範囲第12項に記載のプロセスにおいて、該露出された出口及び入口領

る該ステップがさらに：

該シリコン セクションの該第1及び第2の面を該エッチングに耐える材質にてコーティングするステップ；

該コーティングを該両面のそれぞれ該ノズルの入口及び出口を形成する該第1の面及び該第2の面から除去するステップ；

該出口領域を電氣的に伝導性の装置によつてエッチング液から保護するステップ；

該シリコン セクションをエッチング液に浸すステップ；

該エッチング液に陰極を浸すステップ；及び

該保護装置に正の電位を加えてこれによつて該シリコンと該 $n$ 層にて形成される $p/n$ 接合間に電位を生じさせるステップを含むことを特徴とするプロセス。

11. 特許請求の範囲第10項に記載のプロセスにおいて、該第1の面及び該第2の面をコーティングする該ステップが：

域が円形であることを特徴とするプロセス。

14. 特許請求の範囲第10項に記載のプロセスにおいて、該エッチング液が $KOH$ 液であることを特徴とするプロセス。

15. 特許請求の範囲第8項に記載のプロセスにおいて、該間隙と通路が同心円状であることを特徴とするプロセス。

16. 前面と背面を持つ結晶学的に配位された $p$ タイプ単結晶シリコンの薄いセクションの中に間隙を持つノズル構造を形成するプロセスにおいて、該プロセスが：

該シリコン セクションの背面上に $n$ 面層を形成するステップ；

該シリコン セクションの前面及び背面の両方を該ノズルの入口と出口を形成する領域を除いてコーティングするステップ；

該間隙の出口側に保護コーティングを与えるステップ；

該シリコン セクションをエッチング液に浸すステップ；

該エッチング液に陰極を浸すステップ；  
該  $n$  層に制御用の正の電位を加えるステップ；

該ノズルの入口側から該ノズルの出口側の所の  $n$  層に貫通する間隙を異方的にエッチングするステップ；

該エッチング液から該シリコン セクションを取り出すステップ；

該ノズルの出口領域を覆う該保護層を除去するステップ；

該入口側に保護層をコーティングするステップ；

該シリコン本体を該エッチング液に再び浸すステップ；及び

該シリコン セクションの背面から該  $n$  層に貫通する間隙を異方的にエッチングするステップを含むことを特徴とするプロセス。

17. 特許請求の範囲第16項に記載のプロセスにおいて、該単結晶シリコンが(100)

エッチング障壁として濃度の高い  $p^+$  層(片方のプロセスはパターンを持ち、もう一方のプロセスはパターンを持たない)を利用する。両方のプロセスにおいて、シリコン ウェーハは  $p^+$  エッチング障壁を形成するために片方の面からぼぼあるいは完全な飽和状態になるまでドーピングされる。次に反対面からこの  $p^+$  障壁に達するまでパターン化された異方的なエッチングが行なわれる。この異方的なエッチングの結果として、長方形の入口断面及び薄膜の形状を定める入口断面よりサイズの小さな長方形中間断面が形成される。

片方のプロセスにおいては、エッチングプロセスが入口側から薄膜を貫通して開口部ができるまで続けられる。もう1つのプロセスはノズルの反対側(出口側)からのパターン化された異方的なエッチングを使用し、これによつて薄膜を貫通して中間断面に達する通路が形成される。

これら先行技術によるプロセスによつても

あるいは(110)面に沿つて配向することとを特徴とするプロセス。

### 3. 発明の詳細な説明

#### 発明の分野

本発明は通路を持つ単結晶シリコン構造物に関する。

#### 先行技術の説明

先行技術、より具体的には、米国特許第3,921,916号には、単結晶の結晶学的に配位されたシリコン ウェーハは、このウェーハ本体内に特定の形状の1つあるいは複数の複製が可能でチャネルを形成するために選択的にエッチングできることが示されている。この特許において開示されるタイプのチャネルは、1つの長方形入口断面を持ち、この入口断面はこれよりも小さな中間長方形断面に延び、そして長方形以外の形状を持つ出口断面へと延びる。このタイプのチャネルは2つの開示されるプロセスのいずれかによつて製造されるが、この製造プロセスは両方ともエ

満足できるインク ジェット ノズルを得ることができるが、上述の両方のプロセス及び結果として得られる構造物は特有の問題を持つ。例えば、ウェーハの厚さが不均一になること、及び等方的なエッチングに起因する不均一性から、これらプロセスでは結果として得られるノズル構造物の寸法上の品質を向上する目的でウェーハの両面を機械的及び/あるいは化学的にポリッシングすることが必要であり、それだけ割高となる。さらに、これらプロセスによつて製造されるノズル構造物は出口開口部を包囲する高濃度にドーピングされた  $p^+$  領域を持ち、これら領域がもろくなり、結果として、インク ジェット印刷システムにおいて頻繁に遭遇される高い液圧あるいは圧の変動によつて、故障を起こし易くなる。

#### 発明の概要

本発明によるプロセスでは、標準の市販の結晶学上の配位を持つ単結晶  $p$  タイプ シリ

コンを使用して、直接に、ウエーハの両面の機械的あるいは化学的ポリッシングをする必要なく、単一あるいは複数の流体ノズルが製造されるが、このプロセスではウエーハの少なくとも片面上に低飽和の $n$ 面層が形成される。次に、後に使用される異方的なエッチング液に耐える物質がウエーハの両側に沈着される。その後、ノズルの入口及び出口を形成する間隙マスクがこれら両面上に形成される。次に出口領域にエッチング液に耐え、さらに $n$ 層に電気的な接続を与えることができる物質がコーティングされる。次にウエーハをアルカリ性のエッチング液に浸すことによつてウエーハの入口領域から出口側の所の $n$ 層に貫通する間隙が異方的にエッチングされるが、ウエーハの出口側の $p/n$ 接合間に加えられる電位は $n$ 層と概むね同一の厚さを持つ薄膜を残してこのエッチング作用を電気化学的に停止する。次に出口側から薄膜を貫通する通路が異方的にエッチングされ、これによつて

12の正方形領域より小さな概むね正方形の領域から始つてこの口元領域より大きな概むね正方形の領域に終端する。この薄膜12内のこの開口部13の水平軸は両方ともウエーハ10の結晶学上の観点からウエーハ10の本体内の個々の対応する開口部11の水平軸と概むね整合する。

第3図から第8図は単一の流体ノズルあるいは複数のノズルを形成するために単一結晶シリコンウエーハ10内に間隙を作製するためのプロセスステップのシーケンスを示す。以下のプロセスステップは異なるシーケンスにて使用することができ、また、その他の膜材質を使用して以下に説明の機能と同一の機能を遂行することができる。さらに、薄膜の形成、サイズ、厚さ等も変更が可能である。ウエーハ10は単結晶(100)配向の $p$ タイプシリコンで、0.5から10  $\Omega\text{-cm}$ 、の電気抵抗、及び約19.5から20.5ミルの厚さを持ち、また前面14及び背面15

完成したノズル構造物が得られる。半導体材質から製造されるノズルを使用するマルチノズルインクジェット印刷システムのノズルの最も重要な特性として、個々のノズルのサイズの均一性、複数のノズルの空間的な分布状態、システム内で遭遇される液圧下でのもろさに対する抵抗、液体供給口と出口との間の効率的な力学インピーダンスのマッチ、並びにノズル構造内に流れる高速流体に起因する損耗に対する抵抗を挙げることができる。

第1図には本発明に従つて製造されるノズル構造の一部が示される。より具体的には、基板10は内側に複数の均一の開口部11を持つ。個々の開口部11は口元の概むね正方形の領域から始まり、次第に先細りとなつてこの口元の正方形領域よりも小さな薄膜12の境界を形成する概むね正方形の領域にて終端する。第2図に示されるごとく、一方、各々の薄膜12はこれを通り延びる開口部13を持つが、この開口部は個々の対応する薄膜

を持つ。この(100)平面は面14及び面15に平行である。第3図に示されるごとく、シリコンウエーハ10の前面14及び背面15内に約5ミクロンの深さまでリンが拡散され、これによつて $n$ タイプ層16及び17が形成される。後に説明するように、このプロセスによつてノズル構造を形成するためには1つの拡散層(出口側)のみが必要である。この拡散は0.75%の $\text{PH}_3$ 、1%の $\text{O}_2$ 、及び残りの $\text{Ar}$ 及び $\text{N}_2$ からガス混合物を950℃に保持されたシリコンウエーハ10に30分間流す周知の方法によつて行なわれる。これに続いて、厚い膜(約5ミクロン)を達成するために長時間のドライブイン期間(1050℃にて22時間)が置かれる。 $n$ 層16及び17内の最終的なリンの濃度は非常に低いため、この拡散ステップによつてシリコンウエーハ10に導入されるストレスは非常に少なく、従つて、シリコン構造の強度が損なわれる心配はない。

次に、第4図に示されるごとく、ウエーハ10の前面14及び背面15の両方が長いエッチング期間のあいだアルカリ(KOH)液に耐えることができる層18及び層19を形成する保護物質、例えば、LPCVD窒化ケイ素によつて覆われる。これを達成する1つの方法として、窒化ケイ素を約800℃にて沈着させる低圧化学蒸着法を使用することができる。層18及び層19の両側に厚さ0.5ミクロン以下の酸化物層(図示なし)が形成され、これによつて窒化物とシリコンの間のストレスの影響が減少され、また窒化物への感光性耐食膜の付着が向上される。フォトシェーピングを容易にするためウエーハ10を入手したらこの背面15をアルカリ液でなく酸にてエッチングする。

その後、ノズルの入口20及び出口21の両方の領域に円形のマスクを作る。円形マスクによつて境界を定められるシリコンウエーハ10内の開口部が、100面に平行に、

他のエッチング液、例えば、周期律表の第I-A族元素の金属水酸化物、例えば、NaOH、NH<sub>4</sub>OH、その他を使用することもできる。

電気化学的に制御された半導体シニングプロセスは当技術において周知であり、また本明細書の出願人の1人に付与された米国特許第3,689,389号においても詳細に説明されている。

単結晶シリコンウエーハ10内の開口部11は背面25の所の拡散層17に達するまで異方的にエッチングされ、この点でエッチング作用がp/n接合部間に加えられた電位によつてこの接合部の所に成長した酸化物層(図示なし)によつて停止される。当技術において周知のごとく、KOHエッチング液を使用した場合、単結晶シリコン材質の(111)平面が低速エッチング面となる。従つて、このエッチングステップはウエーハ10内にピラミッド状の開口部を形成するが、この開口部はこれがシリコンと拡散層17の界面

個々の正方形が対応するこの円を外接するあたりに正方形に侵食されるが、円形マスクの使用によつて正方形マスクを使用したときに発生するシート不整合に起因するエラーの可能性を防ぐことができる。窒化ケイ素層18及び19は両面フォトスピナー(図示なし)及び両面アライナー(図示なし)を使用することによつて両側を同時にフォトシェーブされる。第5図は層18及び19の入口20及び出口21の領域を形成する部分をエッチングした結果として得られる構造を示す。

出口領域21は次に第6図に示されるようにこれを金属層21にて覆うか、あるいは密閉用の機械的取付具(図示なし)を使用してエッチング液から保護される。その後、ウエーハが高温(80-85℃)KOH溶液(図示なし)に浸され、そして背面15の所のp/n接合間に電圧が加えられる。つまり、電源(図示なし)の正の側が出口領域21を保護している金属層22に接続される。この

(p/n接合)の所に設けられた電気化学的エッチング障壁に当たると薄膜12の所で切断する。

その後、ウエーハ10がエッチング液から取り出され、出口側の保護金属層22及び関連する電気接続が除去され、入口側20が、通常、自然酸化によつて形成される層24によつてエッチング液から保護される。次にウエーハ10がエッチング液に再び浸され、背面15の方からピラミッド状の通路が異方的にエッチングされ、これによつて出口開口部13が形成される。結果として得られる構造が第7図に示される。

次に必要であれば保護コーティング18、19及び24が除去され、第8図に示されるような完全に純粋なシリコンノズルが残される。典型的には入口部の口元の開口部の幅は約35ミルとされ、出口開口部13の最も狭い部分の幅は約1.5から4ミルとされる。

(111)平面に直交するエッチング速度

は垂直エッチング速度(100)と比較して非常に低速であるため、出口マスクによつて設定される高精度が損なわれるほどエッチングが過ぎることはない。出口側のウェーハ面にインクがしみ込むのを防止するために、ウェーハ10の背面15を低表面張力材質、例えば、テフロンにてコートすることもできる。

#### 4. 図面の簡単な説明

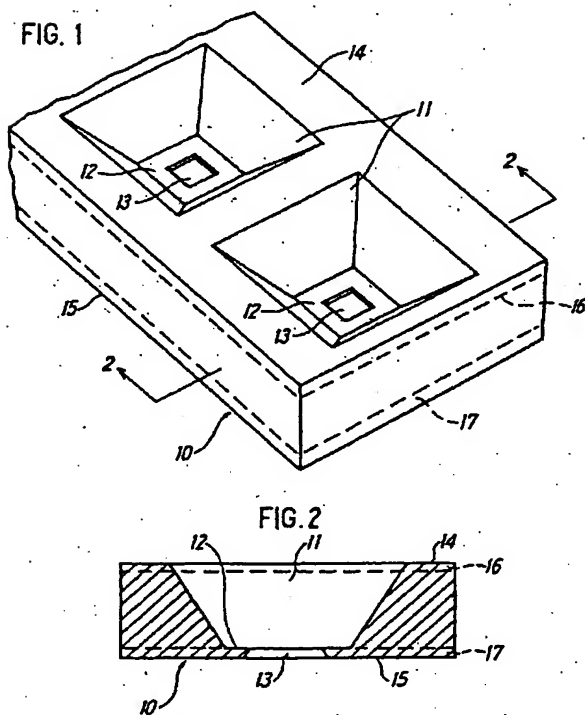
第1図は本発明によるノズル構造の一部分の斜視図を示し;

第2図は第1図の線2-2に沿つて切断されたノズルの断面図を示し;そして

第3図から第8図は本発明に従つて製造されるシリコンウェーハの一連の断面図を示す。

#### 〔主要部分の符号の説明〕

- 10…ウェーハ、
- 11…入口開口部(入口間隙)、
- 12…薄膜、
- 13…出口開口部(出口間隙)、



- 14…前面、
- 15…背面、
- 16、17…nタイプ層。

出願人：エーティーアンドティー  
テレタイプ コーポレーション

代理人：岡部正夫  
安井幸一  
井上義雄  
加藤伸晃  
加藤一男  
中山健一

